



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08221386 A**(43) Date of publication of application: **30.08.96**

(51) Int. Cl.

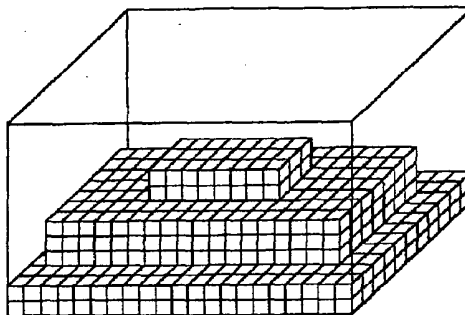
G06F 17/13**F24F 11/02****G06F 17/50**(21) Application number: **07029863**(22) Date of filing: **17.02.95**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **HATTORI NOBUHIRO
OGAWA OSAMU
KODAMA HISASHI****(54) FLOW ANALYSIS DEVICE****(57) Abstract:**

PURPOSE: To provide a flow analysis device capable of reducing calculation time and required man-hour by using the result of a coarsely analyzed object and space in the calculation of dense meshes whose object is the partial area.

CONSTITUTION: A plural mesh condition input part 12 is provided with a routine mesh storage part 121 and a routine mesh separately prepared beforehand is stored in the routine mesh storage part 121. The input part 13 of an external condition and a material condition, etc., is provided with the storage part 131 of a routine boundary condition or the like. Heat generation uniformly determined corresponding to the kind of an equipment to be the object of detailed analysis and an initial value at the time of repetitive calculation, etc., are turned to a set with the identification code of the partial area, inputted beforehand and stored in the storage part 131 of the routine boundary condition or the like. For the coarsely meshed entire area and the densely meshed partial area, the halfway results of the calculation of the respective areas are used as the initial value and a boundary condition at the time of the calculation of the other area and the repetitive calculation, the man-hour

and the calculation time are saved and execution is highly accurately performed for both areas.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-221386

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 F 17/13

F 2 4 F 11/02

G 0 6 F 17/50

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/328

F 2 4 F 11/02

G 0 6 F 15/60

技術表示箇所

Z

6 1 2 H

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平7-29863

(22)出願日

平成7年(1995)2月17日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 服部 宜弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 小川 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 児玉 久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 中島 司朗

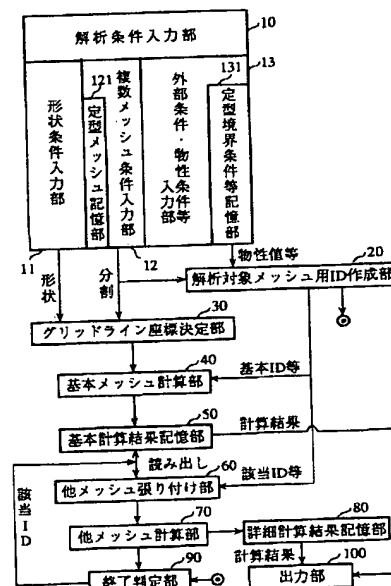
(54)【発明の名称】 流れ解析装置

(57)【要約】

【目的】 工数と計算時間の削減を図れる複合メッシュによる流れ解析装置を提供する。

【構成】 全領域を対象とした粗なメッシュ及びその一部領域を対象とした密なメッシュ毎にメッシュ切り及び計算条件が設定された流れ解析装置において一部領域用のメッシュ切りのデータ等をあらかじめ作成しておく。そして、一部領域の解析に際して、あらかじめ作成されたメッシュ切り等を使用する。

【効果】 複合メッシュ計算にあたり、一部領域等の計算のためのメッシュ切り、計算条件の設定などの工数と、計算が時間の削減が図れる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、上記解析対象の領域の一部について、より精密な解析を目的として別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、

前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、

全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少なくとも一を補間により作成する一部領域用境界初期条件作成部と、

前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を緻密に解析する一部領域用計算部とを有していることを特徴とする流れ解析装置。

【請求項2】 解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置本体部と、上記解析対象の領域の一部について、より精密な解析を目的として別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、

前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、

全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少なくとも一を補間により作成する一部領域用境界初期条件作成部と、

前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも毎に計算の

収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を緻密に解析する一部領域用計算部と、

前記一部領域用計算部の解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、該一部領域用計算部の解析対象とした一部領域内に存在する全領域を対象にして解析すべくメッシュ分割により作成された長方形毎にその境界条件若しくは初期条件の少くも一を与える密な計算結果フィードバック部と、

前記密な計算結果フィードバック部の結果を受けて流れ解析装置本体部に本来の単一寸法の長方形にメッシュ分割しての繰り返し計算を行わせるフィードバック計算部と、

前記一部領域用計算部、前記密な計算結果フィードバック部、前記フィードバック計算部、流れ解析装置本体部の少くも一について、繰り返し計算数若しくはフィードバック数あるいは変数、密な長方形の収束結果の少くも一についてを監視し、繰り返し計算の打ち切り、繰り返し計算に基づく解析結果の出力を制御する複数領域解析制御部とを有していることを特徴とする流れ解析装置。

【請求項3】 請求項1若しくは請求項2記載の流れ解析装置において、

前記一部領域指定部にて指定されることとなる一部領域を、あらかじめ全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割して記憶している一部領域メッシュ分割記憶部を有し、

前記一部領域メッシュ分割部は、前記一部領域指定部にて指定された一部領域が前記一部領域メッシュ分割記憶部に記憶されているものである場合には、これを検知してメッシュ分割に際し前記一部領域メッシュ分割記憶部からあらかじめ記憶されているメッシュ分割を読み出してメッシュ分割に使用する記憶データ使用一部領域メッシュ分割部を有していることを特徴とする請求項1若しくは請求項2記載の流れ解析装置。

【請求項4】 解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、

上記解析対象の領域の一部として含むより大きい領域についてより広汎な解析を目的として別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする拡大領域指定部と、

前記拡大領域指定部にて指定された拡大領域を、当初の領域よりも粗となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が当初の狭い領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする拡大領域メッシュ分割部と、

当初の狭い領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記拡大領域指定部に

10

20

30

40

50

て指定された領域若しくは該拡大領域内の各長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少くも一の少くも一部を補間により作成する拡大領域用境界初期条件作成部と、

前記拡大領域メッシュ分割部にて分割された粗な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記拡大領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、粗な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、新たな解析対象の拡大領域を全般的に解析する拡大領域用計算部とを有していることを特徴とする流れ解析装置。

【請求項5】 解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、上記解析対象の領域の一部について、全領域とは別個に繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、

前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少くも一の方が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、

全領域若しくは一部領域の一方を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、他方の全領域若しくは一部領域若しくはそれら領域の解析用の各長方形の少くも一について繰り返し計算を行う際の境界条件若しくは初期条件若しくは繰り返し計算途中での境界条件相当の条件若しくは初期条件相当の条件の少くも一を補間により作成する他方領域計算用境界初期条件作成部と、

全領域及び一部領域毎に、当該領域を分割することとなる各長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記他方領域計算用境界初期条件作成部の作成結果を使用して別個に繰り返し計算を所定回数若しくは所定の収束結果を得ることの少くも一を行わせる領域種別計算部と、

前記領域種別計算部の結果を基に前記他方領域計算用境界初期条件作成部に新たに境界条件若しくは初期条件を作成させ、該作成した境界条件若しくは初期条件をもとに前記領域種別計算部に新たな計算をなさせるという処理を繰り返させることにより、全領域及び指定された一部領域について変数、粗な長方形及び密な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の全領域を粗く、一部の領域を緻密に解析する多重領域用計算部とを有していることを特徴とする流れ解析装置。

【請求項6】 前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期

条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、

前記一部領域用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、

前記一部領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴とする請求項1若しくは請求項2に記載の流れ解析装置。

10 【請求項7】 前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、

前記一部領域用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、

前記一部領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴とする請求項3に記載の流れ解析装置。

20 【請求項8】 前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、

前記拡大領域用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、

前記拡大領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴とする請求項4に記載の流れ解析装置。

30 【請求項9】 前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、

前記他方領域計算用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、

前記多重領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴とする請求項5に記載の流れ解析装置。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、発熱、対流等の生じる領域用の流れ解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の流れ解析装置では、解析にあたり解析対象の領域（空間、物体、物質等）やその内部にある領域（空間、物体、物質等）を長方形からなるセルに分割し、各セル毎にその内部を占める物質の物性値を与え、この上で繰り返し計算を行う。この際、空間や物体等の内外表面若しくは仕切り面は同時に各セルの辺や面

でもあるようになされる。更に、長方体の直方する三辺の方向は、解析対象の領域を定義する際に与えられた座標に平行なものとされている。この様子を図1に示す。本図においては長方体の部屋の内部に大きさのことなる薄い三枚の板が下から大きいもの順に積み重ねられており、解析のためのメッシュ切りされている様子を示す。なお、部屋のメッシュ切は図が煩雑、見難くなるため示していない。

【0003】また、この際、各長方体の辺を構成する直線をグリッドラインとも言う。また、セルの中心をノードという。この様子を2次元的に示したのが図2である。本図において、上下方向、左右方向の太線はグリッド200であり、斜線で示した部分210は1のセルを構成し、その一辺はセル境界面221となる。また、各辺の長さはセルサイズ231、232となる。なお、この場合、上下方向231と左右方向232とは必ずしも辺の長さが一致するとは限らない。というよりも、流れ解析では、流れ方向に間隔を細かくとったりするため、一致しないのが普通である。なお、ノード240は各長方形の中心となる。

【0004】更に、実際の解析のために、図3の(1)に示すように各頂点、辺、面に番号を与える。そして、各頂点、各辺、各面を定めるためのデータを作成する。その一例を図3の(2)に示す。本図3の(1)において、長方形のセルの各頂点には数字に示す1から8ま

$$(D/Dt)(p\phi) + \text{div}(pu\phi)$$

$$= \text{div}(\text{gamma grad}\phi) + S$$

(ここに、uはベクトル)

…(1)

従属変数 ϕ として、3方向の流速(u, v, w)、温度Tがある。

【0008】(1)式を解く方法として、離散化の方法を使う。離散化とは格子点(メッシュを構成する格子線※

$$a_i\phi_i = a_{i+1}\phi_{i+1} + a_{i-1}\phi_{i-1} + b$$

なる形式となる。

【0009】 $i+1$ の場合は、

$$a_{i+1}\phi_{i+1} = a_{i+2}\phi_{i+2} + a_i\phi_i + b$$

ここに、係数a, bについては、格子点間距離、格子点での流速等より算出される値である。したがって、直交のメッシュであれば、格子点の座標から距離を求め、隣接セルの値を用いた式で形成されるのである。

★40

$$ap\phi p = aE\phi E + aW\phi W + aN\phi N + aS\phi S + aT\phi T + aB\phi B + S$$

という隣接点が6点となるだけであり、3方向ずつ順次、計算を行えばよい。

【0011】以上の手順の流れを図6に示す。以上の他、流れ解析装置は、ハード的には解析対象の領域(空間、物体、物質等)の形状や物性値等を入力するためのキーボード、カードや磁気読み取り機を有する入力部、入力された領域を解析者の指示する寸法等の長方形に分割する分割部、繰り返し計算を行うための計算部、解析結果を出力するCRT等の表示部や印刷機等からなる出

*での番号が、各辺には○で囲んだ1から12までの数字で示す番号が、各面には()で囲んだ1から6までの数字で示す番号が与えられている。

【0005】更に、図3の(2)に示すように、各面はその四辺を構成する辺の番号で、各辺はその両端の頂点の番号で、各頂点はXYZ座標値で特定されている。この上さらに、各セルを占めることとなる物体ごとに、それに対応する物性値を与えるため、図4の(1)と

(2)に示すようにセルごとにその物性値を定めるためのID値(識別符号)を与え、この上で各物性値用ID値毎に対応する物性値等が入力される。これを図4の(3)上に示す。

【0006】以上のようにメッシュ切りされたデータを使い、セルごとの物性値に加えてさらに必要な境界条件や初期条件等の計算条件を与えた上で、有限体積法等で解析を行っている。次に、繰り返し計算の内容であるが、その一例として有限体積法があげられるが、これは、例えば、スハス、V. パタンカー原著 水谷幸夫、香月正司共訳「コンピュータによる熱移動と流れの数値解析」1985年 森北出版刊 に詳しい。

【0007】以下、本願発明の要旨にも関係があるので、この有限体積法について多少説明する。有限体積法について熱流体の数値解析は、次の一般微分方程式を解く。

※の交点)ごとに(1)式を解くための代数方程式を立て、その隣接する格子点の値を扱った連立方程式の形で与えることをいう。例えば、一次元の場合図5に示す配置のもとi番目の ϕ_i を求めるには

$$\dots(2)$$

★【0010】実際、(2)式を解くにあたっては、格子点ごとに仮の値を与え、 a_i なる係数を算出し、 $i=1$ から順次 ϕ_i を求める。この ϕ_i が仮定した値と比較し、変化が大きければ、再度、計算値を仮定値として、順次 ϕ_i を求め、変化量が小さくなるまで(収束するまで)繰り返す。3次元の場合も、(2)式が、

力手段を有し、また必要なプログラムを記憶したROMやRAM、計算に必要なデータを記憶するRAM等や途中の計算結果を一時記憶する高速半導体メモリやディスクからなる記憶部等を有している。

【0012】ただし、これらは流れ解析装置のみならず、応力、構造解析等のための有限要素法や遷移行列法等やそのための計算装置でも広く採用されている、いわば周知技術である。このため、これらについての説明は省略する。そして、このことは後の実施例でも同様であ

る。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のような流れ解析装置では、メッシュ切りされた領域を他のメッシュ切りされた領域に移すことにより設定しなおして計算を行う場合には、複合メッシュ法を用いる必要があるにもかかわらず、そのようなデータ構造にはなっていない。このため、現在の流れ解析において、要求される少くも一のメッシュ切りを少くもその一部を共有する態様でなされた複数のメッシュを対象とする、しかも複数の条件での解析を効率的にすることができない。

【0014】例えば、室内各部にルームクーラ等を設置した場合の室内の冷房計算等、任意の場所に所定の物体を設置した場合等の所定の物体の近傍の流れを詳細に解析する場合等には困難が生じる。具体的には、室内全体を対象とした粗いメッシュの領域内に、ルームクーラとその吹き出し部に相当する領域に緻密なメッシュを設定して、この上更にルームクーラの設定位置を種々変更しつつ両方のメッシュに対する計算を行なおうとする場合に、後者の密なメッシュの設定は簡単にはできない。従って、室内の所定位置にルームクーラを設置後、その設置後の各種条件の基であらためてメッシュ切りを行い、また吹き出し部に相当した部分等への固有の物性値等の付与や入力、さらに初期値等の設定を再度行わねばならない。

【0015】ひいては、計算開始までに時間と工数を要していた。特に、住宅関連会社等で、販売すべき住宅の設計、計画の一環として室内の各部にルームクーラを変更して設置し、その状態での冷房の様子を調べて最適な設置場所を求める等の場合には、この時間、工数は馬鹿にならない。そして、同様のことは大なり小なり各種の流れ解析で生じる。しかもこの際、流れ解析においては、単なる応力解析、振動解析、照度解析等と異なり、流体駆動源、具体的には、ファン等の動力源、熱源、冷源の如何によって内部流体の流れそのものの様子はもとより、例えば、高分子物質、油等の粘度等物性値そのもののまでが変化することもあり、考慮すべき物性値として比重、密度、粘度、熱伝導率、輻射率等種類が多く、更には発熱量、初期の物体の流れ、各種エネルギーの変化等条件也多様である。また、解析対象の領域、物体等も複雑な幾何学的形状のことが多い。このため、これらの問題点は、より重大となる。

【0016】このため、単に解析対象の領域に複数のメッシュ切りを行ない、両方の計算が可能だけでなく、両方のメッシュ切りの途中結果や終了結果を相互に利用しうる等して多数のケースの複数のメッシュ切りの計算、しかもこの際1のメッシュ切りについてはメッシュ切りの態様や初期値等がある程度共通している計算所要が、工数、所要計算時間等が少ない流れ解析装置の出願

が望まれている。

【0017】本発明は、かかる課題を解決する流れ解析装置を提供することを目的としてなされたものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明においては、解析対象の空間や物質からなる領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質（含む、真空）の物性値（含む、真空そのものの透磁率熱線、赤外線、光の吸収性無し等の物性的な性質、流速や流量等の物質の状態）と外部との熱の出入量等の境界条件あるいは初期温度等の初期条件（含む、両方の条件）の少くも一を使用してプログラム、アルゴリズムにのっとっての繰り返し計算を行い、空気流量等の変数、長方形（含む、複数の長方形）の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、上記解析対象の領域の一部（含む、複数の一部領域）について、ID等の識別符号を付加する等して全領域とは区別した上で、より精密な解析を目的として別個になされる繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、その領域を指定する識別符号等を基に全領域と区別して、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ識別符号にて識別された各領域毎に単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の長方形の少くも一について境界部や内部の境界条件若しくは計算にあたっての初期条件の少なくとも一を補間により作成する一部領域用境界初期条件作成部と、前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を領域やメッシュ毎の識別符号を別に付加する等により区別した上で使用して全領域とは別個の繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を全領域の他部より緻密に解析する一部領域用計算部とを有していることを特徴としている。

【0019】請求項2の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置本体部と、上記解析対象の領域の一部について、より精密な解析を目的として別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、前記一部

領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少なくとも一を補間により作成する一部領域用境界初期条件作成部と、前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を緻密に解析する一部領域用計算部と、前記一部領域用計算部の解析した結果、若しくは途中結果の少くも一方を使用して、該一部領域用計算部の解析対象とした一部領域内に存在する全領域を対象にして解析すべくメッシュ分割により作成された長方形毎にその境界条件若しくは、初期条件の少くも一を与える密な計算結果フィードバック部と、前記密な計算結果フィードバック部の結果を受けて流れ解析装置本体部に本来の単一寸法の長方形にメッシュ分割しての繰り返し計算を行わせるフィードバック計算部と、前記一部領域用計算部、前記密な計算結果フィードバック部、前記フィードバック計算部、流れ解析装置本体部の少くも一について、繰り返し計算数若しくはフィードバック数あるいは変数、密な長方形の収束結果の少くも一についてを監視し、繰り返し計算の打ち切り、繰り返し計算に基づく解析結果の出力を制御する複数領域解析制御部とを有していることを特徴とする

請求項3の発明においては、前記一部領域指定部にて指定されることとなる一部領域を、あらかじめ全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割して記憶している一部領域メッシュ分割記憶部を有し、前記一部領域メッシュ分割部は、前記一部領域指定部にて指定された一部領域が前記一部領域メッシュ分割記憶部に記憶されているものである場合には、これを検知してメッシュ分割に際し前記一部領域メッシュ分割記憶部からあらかじめ記憶されているメッシュ分割を読み出してメッシュ分割に使用する記憶データ使用一部領域メッシュ分割部を有していることを特徴とする。

【0020】請求項4の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる各種の物質の物性値と領域内の全発熱量や流量あるいは幾何学的境界の物性値等の境界条件あるいは初期温度や初期の物質分布等の初期条件を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象

の領域を解析する構成の流れ解析装置において、上記解析対象の領域の一部として含むより大きい（広い）領域についてより広汎な解析を目的として、本来若しくは当初の狭い領域を含めての別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする拡大領域指定部と、前記拡大領域指定部にて指定された拡大領域を、当初の領域よりも粗となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が当初の狭い領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする拡大領域メッシュ分割部と、当初の狭い領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、前記拡大領域指定部にて指定された領域若しくは該拡大領域内の各長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少なくとも一の少くも一部を補間により作成する拡大領域用境界初期条件作成部と、前記拡大領域メッシュ分割部にて分割された粗な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記拡大領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、粗な長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、新たな解析対象の拡大領域を全般的に解析する拡大領域用計算部とを有していることを特徴としている。

【0021】請求項5の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、上記解析対象の領域の一部について、全領域とは別個に繰り返し計算を行う対象として指定可能とする一部領域指定部と、前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少なくとも一方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする一部領域メッシュ分割部と、全領域若しくは一部領域の一方を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少なくとも一方を使用して、他方の全領域若しくは一部領域若しくはそれら領域の解析用の各長方形の少くも一について繰り返し計算を行う際の境界条件若しくは初期条件若しくは繰り返し計算途中での境界条件相当の条件若しくは初期条件相当の条件の少なくとも一を補間により作成する他方領域計算用境界初期条件作成部と、全領域及び一部領域毎に、当該領域を分割することとなる各長方形毎にそこを占めることとなる物質（含む、真空）の物性値（含む、真空の性質）と、前記他方領域計算用境界初期条件作成部の作成結果を使用して別個に繰り返し計算を所定回数若しくは所定の収束結果を得ることの少くも一を行わせる領域種別計算部と、前記領域種別計算部の結果を基に前記他方領域計算用境界初期条件作成部に新たに境界条件若しくは初期条件を作成させ、該作成した境界条件若しくは初期条件をもとに前記領域種別計算部

に新たな計算をなさせるという処理を繰り返させることにより、全領域及び指定された一部領域について変数、粗な長方形及び密な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の全領域を粗く、一部の領域を緻密に解析する多重領域用計算部とを有していることを特徴としている。

【0022】請求項6及び請求項7の発明においては、前記解析装置は、解析対象領域やその内部物体の発熱量、温度、流速の少くも一（含む、三つとも）を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一（含む、三つとも）として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、前記一部領域用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、前記一部領域用計算部は、輻射量、伝熱量等の他の物理量と共に発熱量、温度の値や変化、流速やこれに伴う対流や流量等の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴としている。

【0023】請求項8の発明においては、前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、前記拡大領域用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、前記拡大領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴としている。

【0024】請求項9の発明においては、前記解析装置は、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする発熱量、温度、流速処理部を有し、前記他方領域計算用境界初期条件作成部は作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速条件作成手段を有し、前記多重領域用計算部は、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う発熱量、温度、流速用計算手段を有していることを特徴としている。

【0025】

【作用】上記構成により、請求項1の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、流量、温度上昇率等の変数、長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、以下の作用がなされる。

【0026】一部領域指定部が、全領域、一部領域毎に（複数あるならば、更に複数の一部領域毎に）固有の識別符号を付加する等して、上記解析対象の領域の一部について、より精密な解析を目的として別個の繰り返し計

算を行う対象として指定可能とする。一部領域メッシュ分割部が、付加された識別符号等により各解析、計算対象の領域を確認しつつ前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少くも一の方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする。一部領域用境界初期条件作成部が、計算条件用の識別符号を付す等して全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の各長方形の少くも一について温度や発熱量等についての境界条件若しくは初期条件の少くも一を補間により作成する。一部領域用計算部が、前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して所定のプログラムにのっとる等して繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を緻密に解析する。

【0027】請求項2の発明においては、流れ解析装置本体部が解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件の少くも一を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する。一部領域指定部が、上記解析対象の領域の一部について、より精密な解析を目的として別個の繰り返し計算を行う対象として指定可能とする。一部領域メッシュ分割部が前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少くも一の方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形にメッシュ分割可能とする。一部領域用境界初期条件作成部が、全領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、前記一部領域指定部にて指定された領域若しくは該一部領域解析用の長方形の少くも一について境界条件若しくは初期条件の少くも一を補間により作成する。一部領域用計算部が、前記一部領域メッシュ分割部にて分割された密な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記一部領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、密な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の一部の領域を緻密に解析する。密な計算結果フィードバック部が、前記一部領域用計算部の解析した結果、若しくは途中結果の少くも一方を使用して、該一部領域用計算部の解析対象とした一部領域内に存在する全領域を対象にして解析すべくメッシュ分割により作成された長方形毎にその境界条件若しくは、初期条件の少くも一を与える。フィードバック計算部が、前記密な計算結果フィードバック部の結果を受けて流れ解析装置本体部に本来の単一

寸法の長方形にメッシュ分割しての繰り返し計算を行わせる。複数領域解析制御部が、前記一部領域用計算部、前記密な計算結果フィードバック部、前記フィードバック計算部、流れ解析装置本来部の少くも一について、繰り返し計算数若しくはフィードバック数あるいは変数、密な長方形の少くも一についての収束結果を監視し、繰り返し計算の打ち切り、繰り返し計算に基づく解析結果の出力を制御する。

【0028】請求項3の発明においては、あらかじめ記憶されている一部領域のメッシュ分割が計算に使用される。請求項4の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件を長方形の座標値と入力条件から求める等した上で使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、以下の作用がなされる。

【0029】拡大領域指定部が、上記解析対象の領域を一部として含むより広い領域についてより広汎な解析を目的としてCRTで確認しつつのキーボードやマウスの操作あるいはカードやテープからの入力により別個の繰り返し計算を行う対象として解析者により、ひいては装置に対して指定可能とする。拡大領域メッシュ分割部が、前記拡大領域指定部にて指定された拡大領域を、当初の領域よりも粗となる寸法若しくはこれに併せて三辺の少くも一の方向が当初の狭い領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形に所定のメッシュ分割プログラムにのっとってメッシュ分割可能とする。一部領域用境界初期条件作成部が、当初の領域を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、前記拡大領域指定部にて指定された領域について境界条件若しくは初期条件の少くも一を補間により作成する。拡大領域用計算部が、前記拡大領域メッシュ分割部にて分割された粗な長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記拡大領域用境界初期条件作成部の作成結果を使用して繰り返し計算を行い、変数、粗な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、新たな解析対象の拡大の領域を全般的に解析する。

【0030】請求項5の発明においては、解析対象の領域を本来は単一寸法の長方形にメッシュ分割し、該長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と境界条件あるいは初期条件を使用して繰り返し計算を行い、変数、長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の領域を解析する構成の流れ解析装置において、以下の作用がなされる。一部領域指定部が、上記解析対象の領域の一部の少くも一について、全領域とは別個に繰り返し計算を行う対象として指定可能とする。一部領域メッシュ分割部が、前記一部領域指定部にて指定された一部領域を、全領域よりも密となる寸法若

しくはこれに併せて三辺の少くも一の方向が全領域のものと異なるかつ単一寸法の長方形に、そして一部領域が複数指定されているならば各一部領域毎に区分けしてメッシュ分割可能とする。他方領域計算用境界初期条件作成部が、全領域若しくは一部領域の一方を対象にして解析した結果若しくは途中結果の少くも一方を使用して、他方の全領域若しくは一部領域について繰り返し計算を行う際の境界条件若しくは初期条件若しくは繰り返し計算途中での境界条件相当の条件若しくは初期条件相当の条件の少くも一を補間により作成する。領域種別計算部が、全領域及び一部領域毎に、当該領域を分割することとなる各長方形毎にそこを占めることとなる物質の物性値と、前記他方領域計算用境界初期条件作成部の作成結果を使用して別個に繰り返し計算を所定回数行わせる。多重領域用計算部が、前記領域種別計算部の結果を基に前記他方領域計算用境界初期条件作成部に新たに境界条件若しくは初期条件若しくはその両方を作成させ、該作成した境界条件若しくは初期条件をもとに前記領域種別計算部に新たな計算をなさせるという処理を繰り返させることにより、全領域及び指定された一部領域について変数、粗な長方形若しくは密な長方形の少くも一毎に計算の収束結果を得ることにより、解析対象の全領域を粗く、一部の領域を緻密に解析する。

【0031】請求項6及び請求項7の発明においては、前記解析装置の発熱量、温度、流速処理部が、発熱量（含む、マイナスの発熱量）、温度、解析対象領域の空気等や熱の伝れそのものの流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする。前記一部領域用境界初期条件作成部内の発熱量、温度、流速条件作成手段が、作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。前記一部領域用計算部内の発熱量、温度、流速用計算手段が、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。

【0032】請求項8の発明においては、前記解析装置内の発熱量、温度、流速処理部が、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする。前記拡大領域用境界初期条件作成部内の発熱量、温度、流速条件作成手段が、作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。前記拡大領域用計算部内の発熱量、温度、流速用計算手段が、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。請求項9の発明においては、前記解析装置内の発熱量、温度、流速処理部が、発熱量、温度、流速の少くも一を計算対象とする若しくは境界条件又は初期条件の少くも一として入力可能とする。前記他方領域計算用境界初期条件作成部内の発熱量、温度、流速条件作成手段が、作成対象として発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。前記多重領域用計算部内の発熱量、温度、流速用計算手段が、発熱量、温度、流速の少くも一を取り扱う。

【0033】

【実施例】以下、本発明に係る流れ解析装置を実施例に基づいて説明する。

(第一実施例) 図7は、本発明に係る流れ解析装置の第一実施例の構成及び情報の流れを示す図である。本図においては、10は解析条件入力部であり、形状条件入力部11、複数メッシュ条件入力部12、外部条件・物性条件等入力部を備える。20は、解析対象メッシュ用ID作成部である。30は、グリッドライン座標決定部である。40は、基本メッシュ計算部である。50は、基本計算結果記憶部である。60は、他メッシュ張り付け部である。70は、他メッシュ計算部である。80は、詳細計算結果記憶部である。90は、終了判定部である。100は、出力部である。また矢印は情報の流れる方向を示し、矢印線に付した記載は、主な情報の内容を示す。

【0034】以上の各部の他に、計算結果を全く別の解析等のために記憶保管する別用途計算結果記憶部、計算の途中結果を必要に応じて一時記憶する途中結果一時記憶部、計算遂行にあたり各種の物性値用IDを識別する物性値用ID識別部、計算結果の図形化部や表化部、出力する計算結果の内容の指示部等を有している。しかし、これらは、現在の流れ解析装置はもとより、応力解析装置、振動解析装置等にも使用されている周知の技術である。このため、それらについての説明は省略する。

【0035】更に、本実施例では、この際、一部領域については、複数の指定、入力を可能としている。これは、室内における最適なエアコンの設置場所を解析により求める、エアコンと石油ストーブとの併用による効果を解析する等の際の便宜を考慮したものである。なお、これらの場合には、各一部領域毎に固有の識別番号が解析者により入力された上で付与される。また、メッシュ分割も熱源等に応じて一部領域毎に密度が異なって入力されたりもする。

【0036】以下、各部の構成や作用について説明する。形状条件入力部11より、解析対象の領域(空間、物体、物質)等の幾何学的(図形的)形状が入力される。複数メッシュ条件入力部12は、上記入力された形状をメッシュ分割するに際して、解析対象の領域全体とその各一部領域に対して、別個のメッシュ分割を可能とする。すなわち、一部領域については全体よりもメッシュ分割の目、いわゆるセルを密にすると共に、セルを構成する長方体の三辺の方向の少なくとも一が全体領域を分割した粗なセルを構成する長方体と平行でない場合の入力をも可能とする。なお、一部領域が複数入力された場合の各メッシュ分割の内容については、解析目的に対応した向きや分割がなされることとなるのは勿論である。

【0037】なお、本複数メッシュ条件入力部12は、定型メッシュ記憶部121を有している。この定型メッシュ記憶部に121は、別途あらかじめ作成された定型

メッシュが記憶されている。これは、室内へエアコンを設置する際に、最適な設置位置を求める等の解析に使用されるものであり、詳細な解析を行なう必要がある機器まわりのメッシュ分割があらかじめ作成された上その識別符号と組になって記憶されているものである。このため、全領域中における詳細な解析対象となる一部領域のメッシュは、機器等により定まるメッシュ分割の識別符号とその一部領域のxyz座標軸の全領域を対象とするXYZ座標軸との各座標軸の方向及び原点のXYZ座標値を入力すれば、XYZ座標軸を基準としての一部領域の形状や位置、ひいてはその密なメッシュにより生じたセルの位置も定まり解析可能とされることとなる。

【0038】外部条件・物性条件等入力部13は、形状条件入力部11から入力された解析対象の領域に対し、その内部の空間を占める流体や固体について、流体か固体か真空か等の基本的な性状、物体等毎にその粘度、熱伝導率、密度等の物性条件、内部に存在する熱源からの発熱量やその熱放散が輻射か対流か伝導か等の必要に応じての更に詳しい状態等の内部条件、各部の温度分布等の初期条件、外界への放熱量等の外部条件等が入力される。

【0039】なお、本外部条件・物性条件等入力部13は、定型境界条件等記憶部131を有している。この定型境界条件等記憶部131は、詳細な解析の対象となる機器の種類等に応じて一律に定まる発熱量や繰り返し計算にあたっての初期値等を一部領域の識別符号と組にしてあらかじめ入力された上記憶している。このため、一部領域のメッシュの識別符号が入力されれば、その領域の詳細計算にあたり、この記憶している値が使用されることとなる。

【0040】解析対象メッシュ用ID作成部20は、全体領域、その一部領域、その一部領域が複数ある場合は更に各一部領域毎にメッシュへ付された識別用IDとを計算機用に作成し、更に必要に応じて各メッシュに対応した外部条件等について、そのIDを作成しメッシュのIDと対応付けて記憶する。ここで、外部条件等のIDとは、発熱量、放散熱量等は共に(熱量/時間)若しくは(熱量/(時間・面積))等となり、CIS単位系のみでは両者を区別しえない等のため付されるものである。そしてこれは、後に記す計算結果の物性値でも同様である。

【0041】グリッドライン座標決定部30は、全領域及びその一部の詳細な解析対象の領域に対して、各三次元の座標を決定してメッシュ分割を行う。なお、全領域の三次元の座標に対する各一部領域の各三次元の座標の相対的な向きは、複数メッシュ条件入力部12にて入力された条件をもとに決定される。全領域及び各一部領域のセルの寸法も同様である。

【0042】この際、既述のごとくあらかじめ記憶されているものを利用するときには、そのメッシュ分割等が

10

20

30

40

50

読み出されてくることとなる。ただし、この場合でも、この読み出されたメッシュ分割における各セルの全領域を基準とした座標値は、複数メッシュ条件入力部12にて入力された一部領域の向きや原点、(基準点)の座標値をもとに必要な計算を行なった上もとめられることとなる。

【0043】基本メッシュ計算部40は、全領域を対象として、比較的粗なメッシュ分割のもとに必要な計算を行う。なお、この際の手順は、図6に示す従来の解析装置のものと同様である。基本計算結果記憶部50は、基本メッシュ計算部40にて計算した結果を、全領域を対象とした基本メッシュの計算結果であることと、計算結果の温度、流速等の各物性値にそれを特定する固有の識別符号を付した態様で各セル毎に記憶する。またこの計算結果を一部領域の計算に使用することもあり、全領域を対象としたXYZ座標上での基本メッシュの各セルの位置をも併せて記憶している。

【0044】他メッシュ張り付け部60は、一部解析領域を詳細に計算するに際して、基本計算結果記憶部50の記憶している値をもとに必要な張り付けを行い、解析対象の一部解析領域の各セルの初期値等を求める。またこのため、解析対象の一部領域につき、該当する識別符号を解析対象メッシュ用ID作成部20から受け取る。また、既述のごとくケースによっては分割されたメッシュ等そのものをも受け取る。従って、詳細な解析の対象となる一部領域の各セルは、その一部領域を識別、特定する識別符号と、各物性値の初期値について各物性値を識別する識別符号と更に各一部領域での位置座標ひいては全領域を対象としたXYZ座標値での座標値とが対応付けられることとなる。更に、計算においては途中や結果の値が対応付けられることもなる。なお、張り付けの手法、内容については後に詳しく説明する。

【0045】他メッシュ計算部70は、解析対象の各一部領域を、グリッドライン座標決定部30により作成されたメッシュ分割、そしてこれにより作成されたセルに従って詳細に解析する。詳細計算結果記憶部80は、他メッシュ計算部70の計算した結果を、各セル毎に各一部領域固有の識別符号、計算結果の物性値を識別する符号、更には各一部領域でのひいては全領域の三次元座標を基準としての各座標値と対応付けて記憶する。

【0046】終了判定部90は、解析者により指定、入力されたエアコン近傍等に相当する一時領域を順に詳細な解析の対象として他メッシュ計算部70に計算させていく。このため、一の一部領域の計算が終了すれば、次の計算対象の一部領域を指定することとなる、すなわち場所を変えて設置したこととなるIDを他メッシュ張り付け部に出力する。

【0047】出力部100は、基本計算結果記憶部50、詳細計算結果記憶部80の記憶する計算結果をCRTに表示したり、用紙へ印刷したりして出力する。図8

に、以上の動作の流れを示す。本図は、従来技術の図6と比較した場合に、「一部領域の計算」というステップが付加されていること、及びこれに伴い必要に応じて「グリッドラインの座標を入力(XYZ3方向)」のステップと「境界条件入力」のステップに、一部領域計算のため、各々あらかじめ(定型のメッシュの入力)、(定型境界条件等の入力)が付加されているのが異なる。

【0048】「一部領域の計算」のステップでは、各一部領域毎に図示してある全領域を対象としての「格子点座標、格子点間距離算出」のステップから「Σ|仮の値-計算値|<規定値?」の判定ステップまでに準じた処理がなされることとなる。ただし、「境界条件入力」のステップには、正確には「補間」処理がなされる。勿論、一部領域の全領域に占める位置や解析対象の物理量等の関係では、全領域に対する初期条件、境界条件の入力結果も計算に利用され、また使用されるため、本ステップで「補間」の一としての処理がなされる。

【0049】更に、「格子点座標、格子点間距離算出」のステップは各一部領域の計算毎になされるのはでなく、最初に、すなわち全領域を対象としての算出時に一括してなされてもよいのは勿論である。次に、他メッシュ張り付け部60による張り付けについて説明する。図9に、その様子を示す。本図において、(1)は室内にエアコンを取り付けた状態の室内流体の流れを解析する際のメッシュ切りの様子を示す。本図(1)において、部屋全体は粗く、エアコンの近傍は密にメッシュ切りされている。図9の(2)と(3)は、この際の2種のメッシュ切りの内容を示したものである。部屋の三方向を図9の(1)に示すようにX、Y、Z軸とする。ここに、X、Y軸は各々東西、南北であり、Z軸は上下である。(2)はZ軸方向からみた場合であり、部屋全体のX軸、Y軸と、エアコンまわりのメッシュ切りに使用した3軸のうちの2軸、今仮にx軸、y軸とすると平行になっている。(3)は、Y軸方向からみた場合である。本図(3)に示すように、エアコンからの吹き出しは室内下部、すなわち床にいる人にそそぐよう下向きとなっている都合上、エアコンまわりの密度メッシュ切りに使用した残りの一軸は、斜下方を向いている。なお、ここに、エアコンまわりの密なメッシュ切りはあらかじめ作成されている。そして、エアコンの位置、吹き出し方向を解析者が指定すれば、室内全体を対象とした粗なメッシュ空間内に当該部は重複して密なメッシュが設定されることとなる。

【0050】次に、この密な部分の精密な計算に先立っての初期値の入力について説明する。(4)に、エアコンまわりの詳細な解析にあたっての初期条件等を、室内全体の粗な解析結果を使用して求める際の手法の原理、すなわち張り付けの原理を示す。本図の(4)において、二重丸1はエアコンまわりの密なセルの1の中心点

である。白丸2は、そのまわりに存在する8個の粗なセルの中心点である。(実際にはエアコンまわりのセルの方が密度が大であるため、図9の(4)では二重丸1の方が白丸2よりも多数あるはずであるが、煩雑防止と理解の便宜のため記載していない。)今、二重丸1が8個の白丸2の調度中心に存在したとする。この場合、8個の白丸2から、4個の斜線丸3の物性値等を求め、この4個の斜線丸3から2個の黒丸4の物性値等を求め、2個の黒丸4の物性値等から1の二重丸1の物性値等が求められる。なお、この際の計算は平均値をとることによりなされる。ただし、実際の解析にあたり一般的には、二重丸1が8個の白丸2の調度中間ということではなく、このため、二重丸1の近傍の幾つかの白丸2をとってきて、それら各白丸2と二重丸1との位置座標から距離を求め、各物性値は距離に逆比例するものとして補間計算により求められる。

【0051】また、エアコンまわりの詳細解析にあたっては、当該部から室内全体へ逃げる熱量若しくは室内から受け取る熱量等は初期外部条件として与えられることとなる。また、解析対象のエアコンの型番や運転状態がかわれば、当然これに応じたそして多くの場合あらかじめ作成されている別の密なメッシュ切りが採用されるのは勿論である。

【0052】また、温熱ヒータ、扇風機等他の機器となれば、これまたこれに応じたメッシュ分割が採用されるのは勿論である。また、あらかじめ記憶されている一部領域を持ってきた場合に、その一部が解析対象の全領域(部屋等)からはみ出すときには、そのはみ出した部分はないものとして取り扱われるのも勿論である。

【0053】なお、以上の説明は原理的なものであり、室内空気の流量、温度分布等の解析であるからこれでよいが、半導体基板上の発熱体まわりの伝導を主とする熱分布解析等にあっては各セルが固体で占められ、各二重丸1の位置を占めることとなる固体の熱伝導率等については、座標値をもとに当該セルを占める固体が何であるかが判断され、近傍の白丸2の如何にかかわらずその固体の値が採用される。

【0054】また、温度についても、近傍の白丸1を占める物体の熱伝導率が考慮され、必ずしも距離に反比例するとはされない。これらのため、上記原理が常にそのまま採用されるとは限らない。更に、温度による熱伝導率や密度の変化等、単なる補間の結果に対して所要の修正がなされる。以上の結果、詳細な解析用の密なメッシュの各セルについて、図4の(3)に示すような物性値用IDとこのIDに対応した各物性値が与えられることとなる。またこの場合、全領域用の粗なメッシュの各セルと識別をするための、セル識別用IDも付されることとなる。

【0055】以上の手順の流れを、図10に示す。このもとで、入力された一部領域を対象としての詳細な解析

が順になされることとなる。具体的な例を挙げるならば、半導体の発熱等に基づく定常状態における基板上の温度分布、エアコンの起動に伴って室内各部の温度が上昇し、やがて各部がその位置により定まる定常温度に飽和していく様子等が解析される。

【0056】以上の処理の流れを図11に示す。なお、一部領域の各セルの全領域の座標軸を基準とした座標値は、全領域を対象としたXYZ座標からみた一部領域を対象としたセル分割用の各軸(x, y, z軸)のなす角度(若しくはベクトル)、同じく原点の座標値及び一部領域を対象としたXYZ軸上での当該セルの座標値より求められるが、その内容は高等学校の教科書にも記載されているため、説明は省略する。

【0057】(第二実施例)本発明に係る流れ解析装置の第2実施例について説明する。本実施例では全領域を対象とする粗なメッシュでの計算と一部領域のみを対象とする密なメッシュの計算を繰り返し行なって、全領域、一部領域とも従来より精度の高い計算を行なうものである。この際、繰り返し計算の再開にあたり、相互に相手方の途中の計算結果を張り付け(補間)により流用して所期条件等を求めるものである。この様子を図12に示す。

【0058】上段は計算対象のメッシュ1201と密なメッシュ1202との大きさ(寸法)関係を示し、下段は全領域1203とその内部の一部領域1204を示す。なお、下段において、目下計算対象とされている領域は点、点で示してある。本実施例は、基本的には先の第1実施例と同じである。このため、先の実施例と比較して固有の構成と情報の流れのみを図13に示す。

【0059】本図において、41は基本メッシュ計算部であり、92は途中収束判定部であり、51は途中結果記憶部であり、61は密メッシュ張り付け部であり、71は密メッシュ途中収束判定部であり、81は密メッシュ途中結果記憶部であり、62は粗メッシュ張り付け部であり、91は収束判定部であり、82は計算結果記憶部であり、100は出力部である。

【0060】基本メッシュ計算部41は、全領域を対象に粗なメッシュで計算を行い、密メッシュ計算部71は一部領域を対象に密なメッシュで計算を行ない、途中収束判定部92及び密メッシュ途中収束判定部93は各々担当する領域の計算の収束の判定等を行なう。途中結果記憶部51及び密メッシュ途中結果記憶部81は各々担当する領域の計算の途中結果を記憶する。なお、この際、後の計算でより正確な値が求められれば、この値に更新記憶される。

【0061】密メッシュ張り付け部61は、途中結果記憶部51の記憶内容を基に、密メッシュ計算部71が対象とする一部領域内の密なメッシュに繰り返し計算再開にあたっての初期値を補間により与える。逆に、粗メッシュ計算部41による全領域を対象とする繰り返し計算

の再開にあたって、一部領域内に存在することとなる粗なメッシュの部分については、密メッシュ途中結果記憶部81の記憶内容を基に補間により初期値を与える。収束判定部91は、途中結果記憶部51と密メッシュ途中収束判定部93の判定結果をもとに、両方の領域の計算が収束したか否かを判定し、収束したと判断されるならば途中結果記憶部51と密メッシュ途中結果記憶部81に目下記憶している内容を最終結果として計算結果記憶部82に出力するよう指示する。

【0062】図14は、本計算の流れ図である。第1実施例の図8に相当するものである。本図において、(a1)の部分(ステップ)が、粗→(補間)→密→(補間)→粗→…というメッシュ計算のループとなる。そして、繰り返し数というのは、格子点間の補間から、「Σ|仮の値-計算値|」算出までの繰り返し数であり、一つのメッシュごとに何回繰り返し返すか、そして次のメッシュへ補間して計算を行なうかを計算前にあらかじめ決めておく。

【0063】なお、この規定値であるが、本実施例では、計算に先立ち温度等計算で求める対象の物性値毎に絶対性として与えてある。この他、計算値の比率として与えてもよい。例えば|仮の値-計算値|の1000分の1等である。また、仮の値としては、前回の繰り返し計算の結果としているが、その他前回と前々回の平均値等としてもよい。

【0064】以上により、各種の流れ解析を行なう。なお、本実施例では、補間を繰り返し行なう際の計算処理の便宜、実用上充分なことより図15の(1)や(2)に示すようにXYZ軸とxyz軸は各々平行か直行関係を保持するようにしている。本図において、(1)は長方形の室内に置かれた机を上方より見たものであり、左側の図と右側の図とでは机の方向が90°回転している。(2)は、図9に示すエアコンの解析を本実施例で行なった場合であり、左側の図が図9の(2)に、右側の図が図9の(3)に相当するものである。

【0065】更に、密なメッシュの寸法は粗なメッシュのその1/3とし、かつ密なメッシュにより作成された9つのセルは粗なメッシュにより作成された1つのセルに調度含まれるようにしている。これにより、密なメッシュからの粗なメッシュへの補間は、内包される9つの密なメッシュの平均値をとることによりなされる。なお、セルの形状が立方体の場合には、一部領域の回転角の如何にかかわらず、一番真中の小さな立方体のそれを採用することにより、計算時間のいっその短縮を図ることも可能である。また、粗なメッシュから密なメッシュへの補間は、対象とする9つの小さな立方体を内包する大きな立方体の各面に隣接する6つの大きな立方体をもとってきて、これにより各物性値毎のX、Y、Z方向の変化をもとめ、この上で当該大きな立方体の値を位置に応じて修正することによりなされる。

【0066】以上、第1、第2実施例のいずれでも、当然、エアコンの最適位置の検討等で複数の位置にメッシュを重ね合わせて計算することも、エアコンを設置することとなる位置の部屋全体を基準としたXYZ座標の位置を変えただけで可能となる。さらに、解析対象のメッシュ毎に識別符号が付与されているので、室内での赤外線ストーブや温熱ヒータの位置をかえての解析であれ、基板上の半導体の位置をかえての発熱の解析であれ、図16に示すようにメッシュ分割し、この最上段の細かく分割されている部161が発熱するものとしてそのIDに対する発熱量を記憶させ、メッシュを変更して重ね合わせた際に、各識別符号ごとの発熱量を計算に必要な解析条件として用いればよく簡潔に計算条件が作成される。

【0067】更に、温度、流速が他のメッシュの解析条件に必要な若しくは初期値として流用可能な場合には、IDの付与の時点でそのデータを記憶させるだけでよい。例えば図9のようにエアコンの吹き出しの温度、流速の詳細な解析にあたっては、第1に既に設定されたメッシュを別のメッシュに重ねるだけで計算が可能となる。ひいては、エアコンのような機種ごとのデータベースとしてメッシュを作成しておけば、様々な別のメッシュへ重ね合わせるだけで計算は可能であり、再度のメッシュ切りが不要となる。

【0068】第2に計算対象によっては計算結果の物性値等についても、好ましい初期値を与えることが多くなる。具体的には、基板上に発熱する半導体が設置されたり埋め込まれたりしている場合には、固体部の熱伝導率等は不変であるため、当該部の解析条件としての熱伝導率のみならず発熱部近傍の初期温度として先になされた一部領域の詳細な計算結果の値を流用しえることとなる。

【0069】あるいは、室内にエアコンの他に扇風機があるような場合、扇風機の送風羽根近辺の空気の流れ方向は、エアコンの影響や室内における扇風機の占める位置の影響は事実上無視しえる。従って、この領域の詳細な計算にあたり、風速の初期値としてあらかじめ求められた一定値を採用することが可能となる。あるいは、エアコン吹き出し口の空気の温度は温熱ヒータ等他の大きな熱源がない限りその室内に占める位置に事実上無関係であり、このため詳細計算にあたっての初期値として設置場合の如何にかかわらず一定温度を採用しうる。

【0070】これは、境界条件としてのエアコンの吸熱量や発熱量についても同様である。以上は、全領域を対象とした計算からその一部領域を詳細に計算し、解析する場合、逆に一部領域の詳細な計算結果をもとに全領域の比較的粗な解析をなす場合、更に両方の領域を補間を繰り返すことにより同時に計算する場合のいずれでも可能である。

【0071】なお、一部領域の詳細な計算結果をもとに

全領域を計算する用途は、ある型番の定ったエアコン等の機器を各種形状、広さ等の室内に設置した場合の室内温度等、ひいては使用、設置可能な部屋の形状、広さ等についての検討、解析等の便宜を図らんとするものである。更には、室内各部へエアコンを設置した場合を解析し、その結果得られたエアコンの最適位置とその近傍の温度条件等をもとに、今度は室内全体の温度条件を粗ではあるがより正確に解析せんとするような際にも使用される。この場合には、小さなセルを使用して詳細な解析がなされた部分に含まれることとなる大きなセルについて、その内部に含まれる小さなセルの計算結果の平均値が全領域を対象としての計算にあたっての初期値として採用される。

【0072】なお、またこの際には、一の大きなセルに含まれる複数のセルの位置を占める物質等が相違する場合でも、原則としてこの平均値を求めるという補間がなされる。ただし、小さなセルの一部がはみ出す等の場合には必要な修正がなされる。また、全領域と一部領域との境界面の熱の出入りも全領域を計算するにあたっての初期条件等の一部とされるのが原則である。この他、全領域からの外部への熱の放散等については、必要な初期条件の設定、入力等がなされる。具体的には、詳細な解析がなされた一部領域以外の熱源の考慮等である。

【0073】以上、本発明を実施例に基づいて説明してきたが、本発明は何も上記実施例に限定されないのは勿論である。すなわち、例えば以下のようにしている。

(1) 製造等の都合で、本発明の必要不可欠な一の構成要素(要件、部)を物理的、機械的に複数の分割したり、逆に複数のものを一体としたり、更には、適宜これらを組み合わせている。

【0074】(2) 一部構成要素をソフト的に構成している。

(3) 解析対象の流れとは熱ではなく、音、水等の流体や熱貫流率である。

(4) 室内に、扇風機、石油ストーブ、エアコン、赤外線電気ごたつ等が、あるいは基板上に多数のIC等の電気、電子機器等が設置されている場合を解析する場合において、詳細な解析の対象となっている一部領域が重複して設けられ、結果的に一部領域に、三つ以上のメッシュ分割が重複してなされている。

【0075】(5) 上記(4)の場合、各一部領域の詳細な検討、解析に際し、他の一部領域を対象として既になされている計算結果やその途中結果が流用される。

(6) 上記(5)の場合、各変数若しくはセル毎の収束を得るための繰り返し計算数は、収束するまで行なうのではなく、ある定められた回数とする。この上で、各一部領域や全領域につき一旦計算の途中結果を出力させ、この途中結果を相互に補間しあって再度一定回数繰り返し計算を行なうという処理を繰り返し、最終的に収束値を求めるようにする。

【0076】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明においては、粗にメッシュ切りがなされ、粗に解析された物体や空間の結果を、その一部領域を対象とした密なメッシュの計算に使用可能である。これにより、計算時間、所要工数とも節約される。また、粗にメッシュ切りされた全領域と密にメッシュ切りされたその一部領域とを、各々の領域の計算の途中結果を他方の領域の計算や繰り返し計算にあたっての初期値や境界条件として使用し、これにより両方の領域を精度よく、かつ工数、計算時間とも節約して行なうことが可能となる。

【0077】また、一部領域については、解析対象とする機器等に応じてあらかじめ作成しておくことが可能となり、しかもこの際、該一部領域は任意の位置や方向に設定しえ、これにより複数の解析メッシュの解析が効率的になる。また、一部領域の解析内容、解析対象の如何によっては、あらかじめ作成されているメッシュ分割や境界条件を使用し、メッシュ分割位置等のみを入力すればよい。このため、計算の前準備の工数が大きく削減される。

【0078】また、全領域中に設定された複数の一部領域の計算にあたって、全領域の計算結果のみならず前になされた一部領域のメッシュ分割や計算結果を流用して効率的に行うことが可能となる。逆に、一部領域についてなされた解析、計算結果やその途中結果をその外部の領域の計算に使用することも可能となり、後者の計算の効率化が図れる。

【0079】また、上記計算結果やその途中結果の流用、使用に際して、発熱量、温度、流速等を対象とすることが可能となり、流れ解析の効率化につながる。更に、住環境中のエアコン位置や基板上の発熱源の位置等実用上重要なものにつき最適設計条件を求めることが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の解析対象の領域のメッシュ分割の例を示す図である。

【図2】上記メッシュ分割におけるグリッドライン、セルのノードの様子を示す図である。

【図3】上記メッシュ分割におけるセルを定めるデータの例を示した図である。

【図4】上記メッシュ分割におけるセル毎の物性値等を区分けして入力されている様子を示す図である。

【図5】1次元におけるメッシュ解析の有限体積法の説明のための図である。

【図6】従来の有限体積法の流れ図である。

【図7】本発明に係る流れ解析装置の第1実施例の系統構成図である。

【図8】上記実施例における有限体積法の流れ図である。

【図9】上記実施例における張り付けの様子を説明する

ための図である。

【図10】上記実施例における張り付けの流れ図である。

【図11】上記実施例における複数の一部領域メッシュを順に解析していく際の流れ図である。

【図12】本発明に係る流れ解析装置の第2実施例の解析の内容を視覚化した図である。

【図13】本発明に係る流れ解析装置の第2実施例の固有の系統構成図である。

【図14】上記実施例における有限体積法の流れ図である。

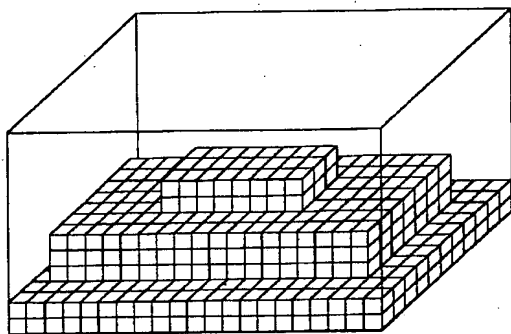
【図15】第1及び第2実施例における一部領域の回転しての設定例等の図である。

【図16】上記実施例にて電子機器を含む密なメッシュを基板上に設けた場合の様子を示す図である。

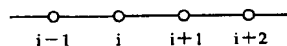
【符号の説明】

- 1 二重丸
- 2 白丸
- 3 斜線丸
- 4 黒丸
- 10 解析条件入力部

【図1】

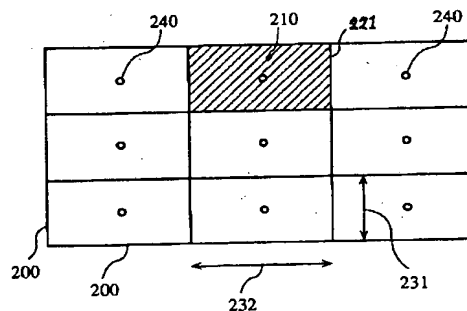


【図5】

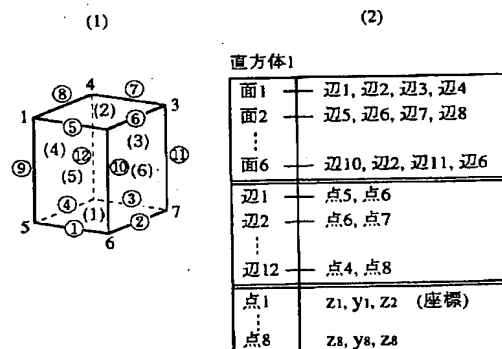


- 11 形状条件入力部
- 12 複数メッシュ条件入力部
- 121 定型メッシュ記憶部
- 13 外部条件物性条件等入力部
- 131 定型境界条件等記憶部
- 20 解析対象メッシュ用ID作成部
- 30 グリッドライン座標決定部
- 40 基本メッシュ計算部
- 41 基本メッシュ計算部
- 50 基本計算結果記憶部
- 51 途中結果記憶部
- 60 他メッシュ張り付け部
- 61 密メッシュ張り付け部
- 70 他メッシュ計算部
- 71 密メッシュ計算部
- 80 詳細計算結果記憶部
- 81 密メッシュ途中結果記憶部
- 82 計算結果記憶部
- 90 終了判定部
- 91 収束判定部
- 100 出力部

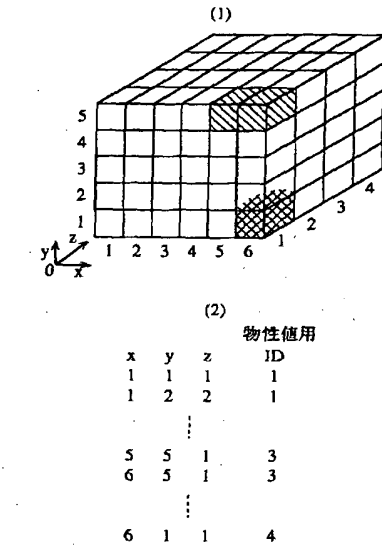
【図2】



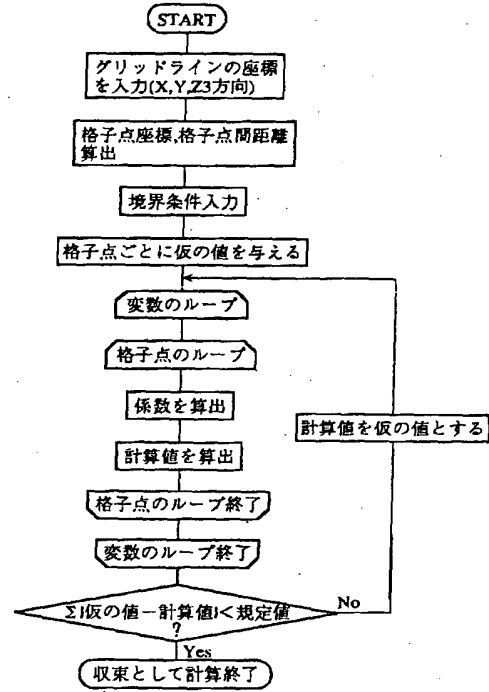
【図3】



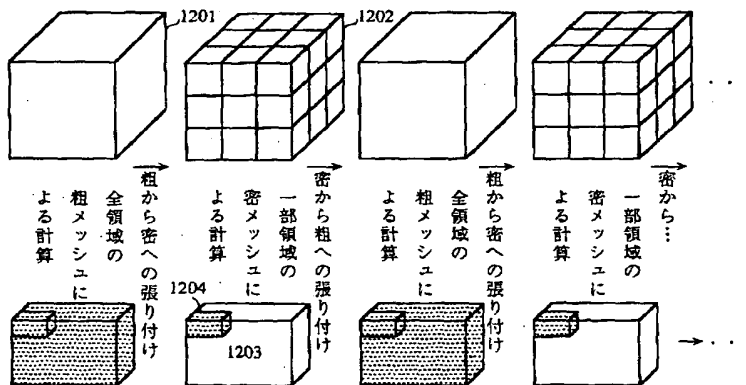
【図4】



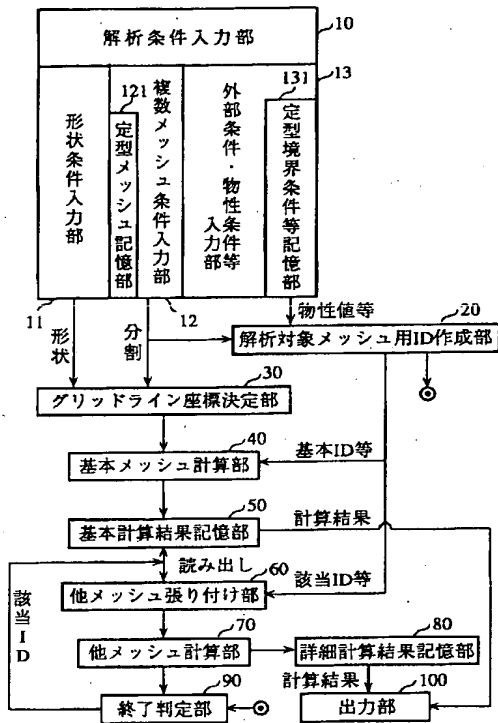
【図6】



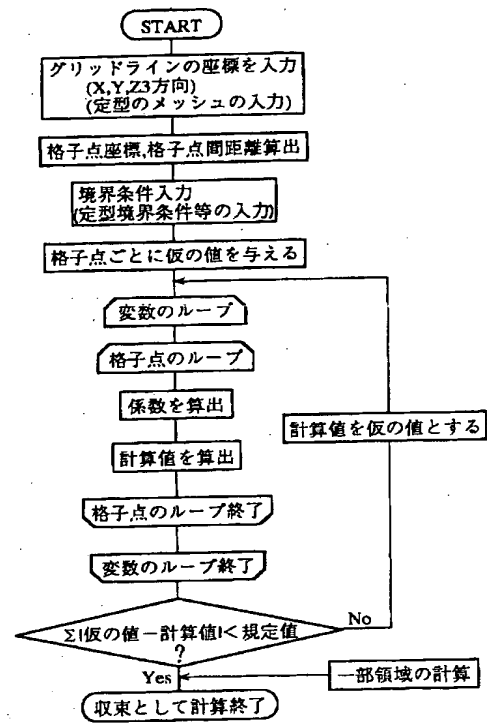
【図12】



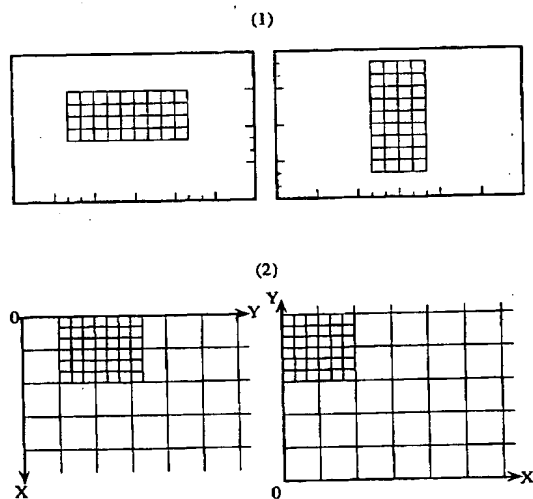
【図7】



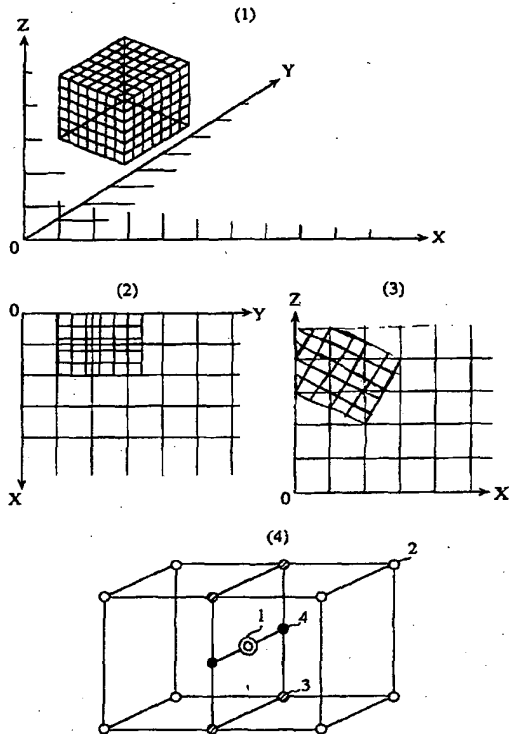
【図8】



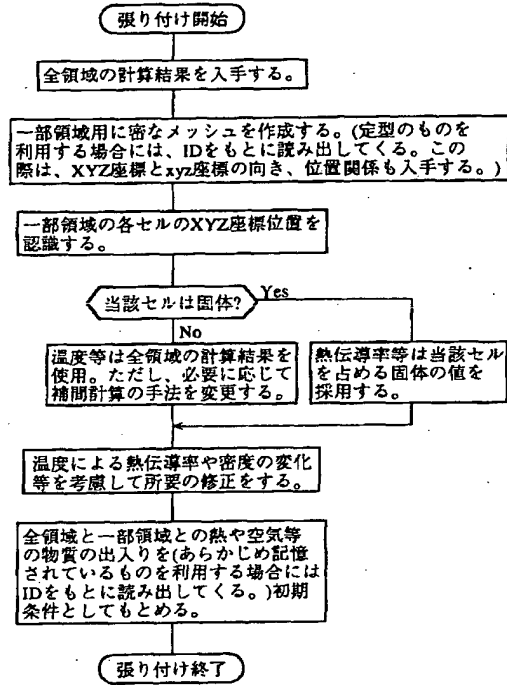
【図15】



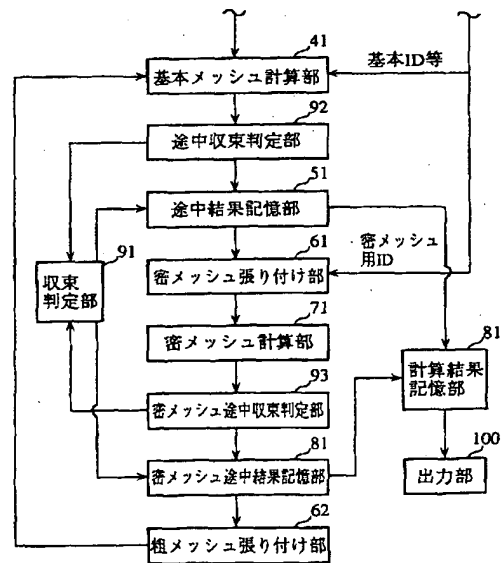
【図9】



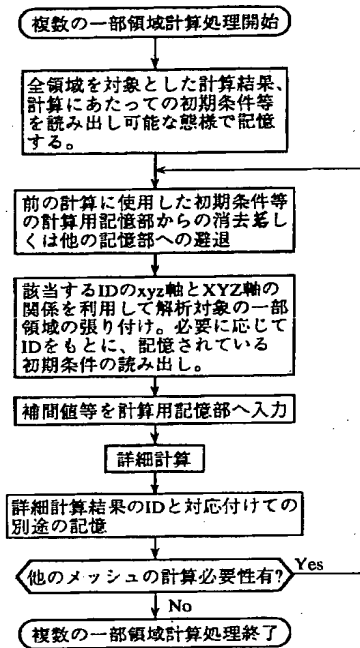
【図10】



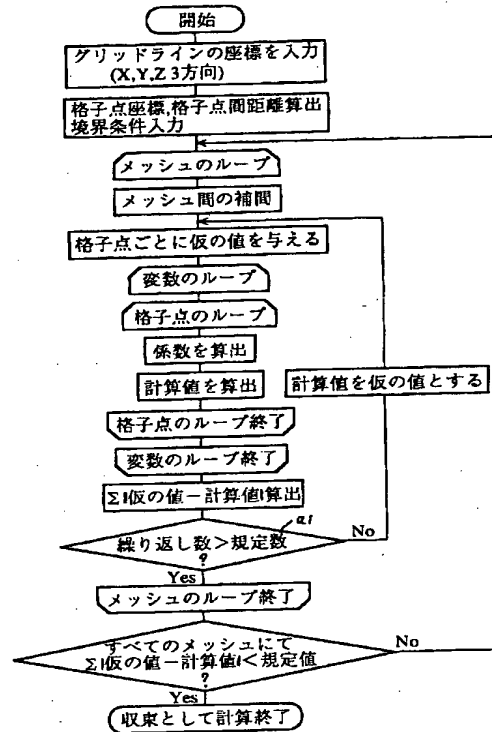
【図13】



【図11】



【図14】



【図16】

